DISPUTATIO PHYSIOLOGICA

INAUGURALIS,

DE

CALORE ANIMALI;

QUAM,

ANNUENTE SUMMO NUMINE,

EX AUCTORITATE REVERENDI ADMODUM VIRI

D. GEORGII BAIRD, SS. T. P.

ACADEMIÆ EDINBURGENÆ PRÆFECTI;

NECNON

AMPLISSIMI *SENATUS ACADEMICI* CONSENSU, ET
NOBILISSIMÆ *FACULTATIS MEDICÆ* DECRETO;

Pro Gradu Doctoris,

SUMMISQUE IN MEDICINA HONORIBUS AC PRIVILEGIIS
RITE ET LEGITIME CONSEQUENDIS:

ERUDITORUM EXAMINI SUBJICIT

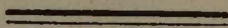
JOHANNES MACDONNELL,

Hibernus,

A. B. TRIN. COLL. DUB.

COLLEG. REG. CHIR. HIB. PERMISSUS,

SOCIET. REG. MED. EDIN. SOC.



AD KALENDAS AUGUSTI, HORA LOCOQUE SOLITIS.

EDINBURGI:

EXCUDEBAT P. NEILL.

MDCCCXXV.

RICARDO CARMICHAEL,

H. A. R. SOCIO,

E CHIRURGIS NOSOCOMII RICHMONDENSIS,

EBLANÆ,

&c. &c. &c.

S. P. D.

JOHANNES MACDONNELL.

Tibi, Vir Spectatissime, hocce opusculum inscribo, non modo ut gratum tester animum, ob plurima, quæ in me contulisti, beneficia; sed etiam, ut exiguum summæ admirationis atque observantiæ præbeam indicium, propter ingenium quod te duxit ad inquisitiones de carcinomate, necnon propter insignem solertiam, qua investigationem, de syphilidis curatione sine hydrargyro, tu primus inchoasti, atque feliciter persequutus es.—Vale.

Datum Edinburgi,
Kal. Augusti, MDCCCXXV.

DISPUTATIO PHYSIOLOGICA

INAUGURALIS

DE

CALORE ANIMALI.

Auctore Johanne Macdonnell.

Cuncta corpora ei legi parent, quod ad calorem attinet, ut semper ad temperaturæ æquilibrium tendant. Assidue, vero, incidunt causæ, quæ illud æquilibrium turbant, aliis corporibus calefactis supra, aliis frigefactis infra communem modum ; ita ut perpetuo hæcce exerceatur lex, caloris radiatione atque conductione, ad priorem temperaturæ æqualitatem restituendam. Inani-

mata corpora prorsus passiva sunt sub hac lege. Sed res longe aliter se habet, in animatis corporibus, vitæ organis præditis. Et, profecto, fere nulla alia re, animata corpora ab inanimatis magis differunt, quam in hac, quod animata potestatem habent temperaturam conservandi, sibi propriam, nunc majorem, nunc minorem, vicinorum corporum temperatura; hinc temperaturæ æqualitas continua nunquam prius efficitur, inter corpus anima præditum, et elementum, in quo existit, quam vitæ principium inde effugerit.

Facultas, qua animata corpora effectibus refrigerantibus naturæ circumambientis resistunt, potissimum in animalibus animadversa est, atque ad se attentionem attraxit, quia nobiliora ex his hac facultate, mirum in modum, instructa sunt. Hinc in iisdem nomen accepit Calorem Animalem. Quum, vero, corporibus vegetabilibus similis inest potestas, quæ, ut verisimile est, ejusdem est generis, et ab iisdem causis generalibus pendet, atque in animalibus, nomen, quod hanc potestatem in utrisque non comprehendit, vix accuratum est.

Dum disserunt auctores de Calore Animali, solent dicere de potestate huic contraria, ea, nempe,

qua animalia, in elemento supra eorum temperaturam calefacto, posita, effectibus ejus calefacientibus repugnant. De hac re Banks, Blagden, Fordyce, Berger, et De Laroche, res maxime insignes mirabilesque nobis præbuerunt, et satis apertam reddiderunt causam, a qua hæc potestas pendet. Sed consilio hujusce opusculi vix convenit in hanc partem generalis functionis descendere ; in animo, enim, est, tantummodo exquirere causam, vel causas, quæ calorem suppeditant, animali corpore, genitum.

Fere uno ore consentiunt physiologi, dum attribuunt mutationibus, quæ in respiratione fiunt, maximam animalis gignendi caloris partem. Argumenta posthac proponam, quæ, ut mihi videtur, rem ita esse penitus confirmant. Perlegenti igitur commenta, quæ, ad ortum animalis caloris explicandum, prolata sunt, haud mirum erit, si nihil attentione satis dignum reperiet, ante id tempus, quo Priestley, Lavoisier, et Black, aëris atmosphærici et acidi carbonici compositionem, et combustionis atque calorici latentis naturam docuerunt, et ita physiologo præbuerunt illam scientiam, qua opus est ad respirationem investigandam.

Auctore Hippocrate, calidum innatum primo, in ventriculo cordis dextro, colligitur; auriculæ, follium instar, flammam alunt, et sanguis calorem suum, ab hoc centro, trahens, per totum corpus eundem distribuit. Galeni opinio haud absimilis huic erat; corpus calorem suum ab igne interno acquirere, cujus fumus, per asperam arteriam, ascendit. Putabat spiritum utilem esse ad flammam temperandam, quoniam pleraque caloris inde geniti pars, cum expirato aëre, avolat; reliquam partem ad ventriculum sinistrum transire, atque hinc ad totum corpus. Descartes corporis calorem sanguinis ebullitioni in corde attribuit. Van Helmontius effervescentiæ, Vieussenius fermentationi sanguinis dedit. Inter has opiniones vix alienum esset theoriam, quam Bichat protulit, recensere. Ille sibi persuasit, calorem animalem oriri a calorico evoluto, inter corporis nutritionem, propter humores nutrientes, in formam solidam, conversos. Satis vero manifestum est caloricum, hoc modo extricatum, necessario protinus absorberi a particulis, quæ locum novis particulis cedunt; illæ, enim, simul ac hæ in solidam, reducuntur in liquidam formam.

His omnibus admodum distat celeberrima Dris Crawford opinio, maxime forte ingeniosa atque eximia earum, quas Physiologia unquam proposuit. Opinioni Dris Crawford, theoria Dris Black fundamenta præbuit, qui credens caloricum specificum oxygenii, quam acidi carbonici, majus esse, intulit, illo in hoc converso in pulmonibus, tantum calorici latentis evolvi, quantum sufficiat ad calefaciendas partes vicinas, præcipueque sanguinem, qui corpus circumiens temperaturam, hoc modo, acquisitam partibus maxime remotis communicaret. Hanc opinionem minime inire oportet; si, enim, totus calor, corpori universo impertiendus, evolveretur in pulmonibus, eorum textura nequiret non protinus corrumpi atque deleri. Ad hanc difficultatem superandam, Dr Crawford experimenta instituit, de calorico sanguinis arteriosi atque venosi specifico; ex quibus collegit usque eo differre, ut hujus sit ad 0.8928, et illius ad 1.0300. Ex experimentis, quoque, deduxit, caloricum specificum oxygenii, quam acidi carbonici, haud parum grandius esse; quum illius sit ad hujus, ut 4.7490 ad 1.0454. His experimentis tota Dris Crawford theoria nititur. Omnis calor, quo opus est ad corpus calefaciendum, primarie deri-

vatur ab oxygenio inspirato; quod, in acidum carbonicum in pulmonibus conversum, multum calorici latentis, (calorico specifico acidi carbonici, quam oxygenii, minori), evolvit. Caloricum ita extricatum protinus sanguine arterioso absorbetur et latens fit; quoniam, uti jam positum est, sanguis venosus, quamprimum in arteriosum conversus fuerit, auctum caloricum specificum acquirit. Ita latens per arterias vehitur, et manifestum fit, in vasis capillaribus, per totum corpus, ad id temporis, quo sanguis iterum ad venosam conditionem transit, ideoque amittit auctum caloricum specificum, quod arteriosus factus obtinuerat.

Dolendum est ipsa fundamenta hujus pulcherrimæ theoriæ deleta esse, animadversionibus recentioribus atque accuratioribus, quam iis, quas Dr Crawford protulit. Dr Joannes Davy invenit caloricum specificum sanguinis arteriosi parum ab venosi differre, quum illius sit ad hujus, ut 0.913 ad .903. Et periti chemici De Laroche et Berard monstrarunt, ex experimentis suis accuratissimis, de plurium gasorum calorico specifico, D[rem] Crawford in similem incidisse errorem, quum oxygenii atque acidi carbonici ca-

loricum specificum æstimaret; quoniam illius caloricum specificum sit ad hujus, ut 0.2361 ad 0.2210. Primo igitur sequitur, ex experimentis a De Laroche et Berard institutis, caloricum evolutum, inter mutationem oxygenii in acidum carbonicum, adeo non sufficere ad calorem toti corpori communicandum, ut vix possit humorem vaporisare, qui, inter expirationem, sub vaporis forma emittitur, atque aërem calefacere ab ea temperatura, ad quam inspirari solet, ad eam, ad quam expiratus est. Et secundo, ex experimentis, quæ Dr J. Davy instituit, satis patet, si tantum calorici, inter hanc mutationem, evolveretur, quantum Crawford affirmavit, nullum esse modum, quo evolutum caloricum absorbeatur, ita ut, ab ejus effectibus, pulmo tutus præstaretur. Theoria, igitur, D[ris] Crawford penitus ruit atque deletur.

De una, præterea, theoria referam, quæ ultima est; ea, nempe, viri ingeniosi Brodie. Hic physiologus, quum caput cuniculi summovisset, et, ligatis vasis sanguiferis, apparatum idoneum, ad spiritum factitium perficiendum, admovisset, reperit oxygenium adhuc in acidum carbonicum mutari; sanguinem venosum in arteriosum transire in pulmonibus, illumque iterum in vasis

capillaribus in venosum redigi; cor arteriasque functionem suam usque perficere; et nihilosecius corporis calorem imminutum esse, æque celere, ac in alio cuniculo simul occiso, et, in quo, nihil prohibuit ne, solito modo, refrigeretur. Ille hinc collegit se, experimento suo, fontem caloris animalis submovisse, quem ille in genere nervoso ponit, cujus centrum sustulerat. CHAUSSAT Genevensis plura similia instituit experimenta, ex quibus eandem fere sententiam proponit, cerebrum nimirum organum esse unde calor animalis gignatur. In uno ex his, cerebrum animalis aufert, reperitque nullum caloricum evolvi, ex quo tempore sublatum fuit; additque, quod profecto aliquod absurdi in se habet, animal, a quo sublatum fuit cerebrum, a frigore interemptum esse; quæ quidem opinio opinionem veterum chirurgorum æmulatur, de morte per auram globulorum ex scloppetis allata. Ex aliis experimentis, in quibus medullam spinalem, par vagum et nervum splanchnicum, ad varias partes, persecuit, deduxit medullam spinalem, cum nervis jam dictis, ad corpus ducere caloricum in cerebro genitum. Non impromptu est dicere, quare, divisis his nervis, aut medulla spinali (quæ secundum

hujus auctoris hypothesin ductus quasi excretorii sunt ad avehendum caloricum cerebro genitum), facultas calorem generandi, in cerebro adhuc integro, imminueretur; res tamen semper ita se habet in experimentis a CHAUSSAT factis.

Theoriæ, quam BRODIE protulit, ea sunt objicienda: *Primo*, Calor animalis non maximus est, ut deceret, in cerebro, sed maximus est in corde, quo nervi minime abundant. *Secundo*, Anatomia comparativa eidem repugnat; quia nulla proportio observatur inter cerebri molem atque corporis temperaturam, in variis animalium generibus. Moles cerebri, in fere cunctis avibus, cum corpore comparata, minor est, quam in homine; attamen cunctæ aves, haud parvo modo, magis, quam homo, calent. Nonnullæ species, inter Conirostres, hominem etiam excedunt, quod ad cerebri molem attinet; sed in his speciebus, nulla, quæ respondeat, temperaturæ differentia observatur. Idem dici potest de homine et cæteris animalibus ejus classis, sub qua ille recensetur. In illo, cerebri proportio supra omnium est; sed corporis humani temperatura infra omnium fere temperaturam. *Tertio*, Multa ex animantibus nervis carent, et res etiam

ita se habet in vegetabilibus, quæ, æque ac animalia, calorem gignunt. *Quarto*, Patet ex inquisitionibus, quæ BRODIE ipse fecit *, de modo, quo quædam venena effectum præstent, alcohol et opium vitam auferre, quia potestatem nervosam extinguunt; attamen, tum alcohol, tum opium, mirum in modum, caloris animalis incrementum afferunt. *Quinto*, BRODIE et etiam CHAUSSAT, comparationis causa, experimentum instituunt, in quo animal occidunt, et sinunt cadaver, modo solito, refrigerari, atque comperiunt refrigerari, pari passu, ac animal, cujus cerebrum submotum est, et in quo spiritus arte sustinebatur. At manifestum est, aërem frigidum in pulmonem hujus animalis impulsum esse, evaporationem a superficie pulmonis interna usque fieri, et calidum sanguinem internarum partium continuo vehi, sanguinis circuitu, (qui adhuc perficitur) ad refrigeratam pulmonis et corporis superficiem; dum alterum animal nullis causis similibus refrigerantibus subjicitur. Si igitur utrumque animal, pari passu, refrigeratur, alterum tantum calorici gignere necesse est, quantum causas refrigerantes, quibus objectum est, compenset.

---

* Vide " Phil. Trans. 1811, part i. p. 179," &c.

Non igitur licet opinioni, a Brodie editæ, assentiri. Rectam inferemus opinionem, ni fallor, ex experimentis ab illo atque Chaussat institutis, si judicamus functionem calorem gignendi arctissimum cum vitæ principio nexum habere, ideoque non fieri posse ut tam gravis injuria animali inferatur, quam ea, de qua agitur, (injuria adversus quam vires vitæ pugnare nequeunt), quin protinus maxime lædatur hæcce functio et brevi, simul cum vita ipsa, extinguatur.

Proximum est, ut præcipua proponam argumenta, quæ, mea quidem opinione, procul dubio ostendunt, sententiam vulgo receptam veram esse, præcipuum nempe fontem animalis caloris poni in mutationibus, quæ, inter spiritum, fiunt.

I. Si animum intendimus ad classes, ex quibus regnum animale constat, quod spectat ad organorum spiritus fabricationem, eorumque functionis perfectionem, reperiemus miram proportionem conservari (nonnullis excipiendis, quæ postea proferam) inter perfectionem organorum hujusce functionis atque corporis generalem temperaturam. Sic cuncta calidi sanguinis animalia, nullo excepto, pulmones habent, sive aërem atmos-

phæricum respirant; et eorum pulmones ita fabricati sunt, ut superficiem præbeant, ad quam sanguis aëris actioni subjicitur, quæ, comparata cum pulmonum mole, grandissima est. Tota sanguinis massa, in his, huic actioni exponitur; et circuitus sanguinis celerrimus est, ita ut sanguis multo sæpius aëris actioni subjiciatur. Si ab animalibus calidi sanguinis ad frigidi sanguinis transimus, inveniemus temperaturam subito et abrupte imminutam esse. Differentia inter spiritus organa respondet; non enim lenta est transitio ab illa animalium classe ad hanc, sed, ex repentino, magnum fit discrimen, et quasi descensus. In omnibus frigidi sanguinis animalibus, insectis exceptis, de quibus postea dicam, superficies, ad quam sanguis sive humor nutriens aëri respirato subjicitur, multo minus ampla est, quam in calidi sanguinis animalibus. Verum, profecto, est Reptilia pulmones habere, propter molem, insignes; in multis, enim, horum haud exiguam totius corporis partem occupant, sed superficies ad quam sanguis mutatur, (quod quidem maxime interest,) minime amplitudine respondet. Eorum fabrica, quoque, admodum diversa est ab ea, quæ in animalibus calidi sanguinis conspicitur, in quibus totus pulmo

constat ex innumeris cellulis, quæ mirabilem superficiei amplitudinem præbent, ad quam sanguis aëri subjicitur; in reptilibus, enim, pulmones sunt sacci magni, in quibus sunt haud multæ cellulæ grandes, quorum superficies igitur non magna est cum mole eorum comparata. In nulla alia re, nisi fallor, tot animalium classes simul degenerant, quam in eis, de quibus mentio jam facta est; sed in universum affirmare licet, de animalibus frigidi sanguinis, vel—partem tantummodo sanguinis aëri subjectam esse in uno circuitu, quod inter Reptilia observatur; vel—aquam respirare, quæ quantitatem oxygenii perexiguam continet, quod in Piscibus ita est; vel—sanguinis circuitum deesse, ut res se habet in Insectis, &c.

Quod ad hæc et cuncta animantia sanguinis circuitu carentia, attinet, perspicuum est ejusdem defectum non posse non respirationis functionem minus perfectam reddere. Nonnullæ sunt species inter Mollusca atque Crustacea, in quibus id, quod jam dictum est, vix verum est; sed nihilominus extra omne dubium est spiritus organa in his parum exerceri. Affirmari, quoque, licet de animalibus frigidi sanguinis, vel nullum sanguinis circuitum habere, vel certe languidum admodum,

cum circuitu in animalibus calidi sanguinis comparatum. Necesse est, igitur, ut eorum sanguis minus frequenter inspirato aëri subjiciatur; et, quum, ad mutationes, quæ inter spiritum fiunt, opus est, ut sanguis, hoc modo, aëri subjiciatur, fieri non potest, quin potestas hujusce functionis, simul cum sanguinis circuitus defectu, imminuatur. Potestatem atque utilitatem functionis respirationis differre in animalibus calidi sanguinis atque animalibus frigidi, modo, qui supradictis, de eorum organorum degeneratione, apte respondet, exinde patet, primo, quod hæc impune, per haud parvum spatium, spiritus intermissionem tolerent, qualis illis haud dubie lethalis esset; et secundo, ex cunctis experimentis institutis, ut quantitas oxygenii consumpti et acidi carbonici geniti, in diversis animalium generibus, comperiatur. Quæ res, quidem, non ea animi attentione, qua decet, exquisita est; sed, ex iis, quæ de eadem in universum collecta sunt, affirmare licet, quantitatem oxygenii consumpti pro eo esse, ut sit animalis temperatura.

II. Mutatio oxygenii in acidum carbonicum, quæ fit, inter spiritum, necessarius est fons caloris, in animali corpore. Verum, profecto,

est theorias Doctorum Black et Crawford, quod ad modum attinet quo caloricum evolvitur, inter hanc conversionem, deletas esse, uti jam dictum est, inquisitionibus quas De Laroche et Berard fecerunt. Sed non eo minus est verum caloricum evolvi, etiamsi nequeamus ejus evolutionis rationem reddere. Chemicus nunquam non invenit calorem evolvi quoties oxygenium in acidum carbonicum convertitur; cujus quantitas quantitati acidi carbonici geniti apte respondet. In corpore animali, igitur, quum hæcce conversio fiat, necesse est ut evolvatur caloricum, cujus quantitas a quantitate acidi carbonici, inter spiritum, formati pendet. Concedi enim minime potest quamquam naturæ legem abrogari posse intra corpus animale, utcunque eximie fabricatum. Sæpe, quidem, contigit videre naturæ legibus repugnari in animali corpore; quod tamen, ut manifestum est, magnopere differt a potestate earum prorsus ibi amissa.

Constat, profecto, quandam calorici partem necessario ab oxygenii mutatione ortam inter spiritum, eam nimirum quæ, secundum De Laroche et Berard, derivatur a diverso specifico calorico Oxygenii atque Acidi Carbonici, auferri, aëris fri-

gidi inhalatione, atque evaporatione quæ fit continuo a pulmonis superficie.

Concedendum est, igitur, hanc portionem, nullo modo, posse ad corpus calefaciendum conferre; quoniam prorsus consumitur in effectum harum actionum refrigerantium prohibendo. Sed, quod attinet ad illam alteram calorici portionem, quæ, inter carbonii combustionem, evolvitur, eam nempe, cujus generationis ratio adhuc in obscuro est, necesse est, ut ea, vel suppeditet, vel conferat ad suppeditandum eum calorem quo, in corpore, opus est.

III. Ipse compertum habeo, quoties ex vehementi exercitatione calor magis abunde gignatur, auctam temperaturam habere comitem auctam, qualis respondeat, acidi carbonici evolutionem.

Perscrutatus, enim, aërem expiratum per eum apparatum a Doctore Prout * expositum, quum respirationes duplo vel triplo, ultra solitum, plures exercitatione facti essent, reperi eum manifeste continere eandem acidi carbonici proportionem,

* Vide "Annals of Philosophy, November 1814."

ac, in expirato aëre, post naturalem spiritum, invenitur. Quum igitur, respirationes certe duplo numerosiores essent, necesse est, ut, ad minimum, acidi carbonici evolütio duplo major esset. Hæc experimenta mihi videntur argumentum tollere, quod proponi potest adversus nexum inter calorem animalem atque respirationem, ex eo, quod plurima animalia cito spiritu utuntur ad prohibendam auctam corporis temperaturam, quod quidem potissimum in canibus observatur. Nam, in hoc exemplo, major solito aëris inspirati portio mutationes, spiritu factas, fugit, ideoque introductus nihil aliud est, nisi corpus alienum, quod minus calidum abstrahit calorem, et, prætерea, evaporatione a pulmonis superficie aucta, refrigerat; sive, ut aliter dicam, acidi carbonici evolutio, vel non augetur, vel non satis augetur ad majorem causarum refrigerantium jam dictarum potestatem compensandam. Portio, igitur, calorici geniti, inter mutationem oxygenii in acidum carbonicum, quæ, in solito spiritu, ad corporis calorem sustinendum contulisset, extinguitur, ita, ut revera respiratio, pro caloris animalis fonte habita, in his exemplis plane imminuatur.

IV. Dr Edwards nuper multa magni momenti historiæ respirationis adjecit, iis disputationibus, quos in Academia Scientiarum Gallica legit, et nuper in lucem edidit, in libro, cui titulus est, "De l'Influence des agens physiques sur la Vie;" in quo nonnullæ sunt observationes, quæ nexum existere, inter hanc functionem atque gignendi calorem facultatem, maxime confirmant. Monstravit, enim, quædam Mammalia, ea, nempe, quæ clausis oculis nascuntur, easque aves, quæ nullis plumis ovo exeunt, quod ad caloris evolutionem attinet, primis saltem post partum diebus, contra vulgarem opinionem, non multum ab animalibus frigidi sanguinis differre. Inter eorum mutationem ab hoc statu ad animalium calidi sanguinis conditionem, ex experimentis suis collegit, quantitatem calorici evoluti et acidi carbonici geniti simul increscere, atque utrumque pro rata parte alterius continuo esse. Porro, animalia, quæ non hieme torpent, eo plus calorici evolvunt, quo magis tempestas frigescit; et simul incrementum est acidi carbonici geniti quale respondet. In æstate res contrarie se habet, ita ut, quo majores fiant æstatis calores, eo minus acidi carbonici gignitur.

Hæc argumenta mihi videntur, ultra omne dubium, monstrare respirationem inter causas esse caloris animalis. Alia sunt argumenta, protinus proponenda, quæ, per se considerata, videntur ostendere has functiones non connexas esse, sed ista, quando cum iis jam prolatis conjuncta sunt, rite monstrant, respirationem non nisi unam caloris animalis causam esse, ideoque fieri posse, si altera causa, aliæve causæ, potestate, vel augeantur vel imminuantur, ut caloris evolutio quoque augeri vel imminui possit, etiamsi, simul respirationis mutationes eædem maneant, quin et, si istæ mutationes, in illo exemplo, imminutæ, in hoc auctæ fuerint.

Argumenta, de quibus jam retuli, ea sunt. In insectis atque avibus, moles organorum spiritus maxime opinioni repugnat—eorum functionem caloris animalis causam esse. In Insectis, quod, in tabulis, quas SWAMMERDAM et LYONET depinxerunt, conspicitur, tracheæ, earumque ramuli, in omnes corporis partes, penetrant, ita ut spiritus organa, pro rata parte, amplissima sunt; nihilominus, tamen, frigidi sanguinis sunt. Aves maximum corporis calorem omnium animalium habent, et vulgo creditur, pulmones amplitudine respondere. Sed, ex argumentis insequen-

tibus, adducor ut credam hanc opinionem falsam esse.

Pulmones, si stricte ad eos spectamus, parvi admodum sunt, comparati cum pulmonibus in mammalibus. Si judicamus cellulas aërias auxilio pulmonis venire, earum potestas agendi in aërem, minime, pro rata parte molis, æstimanda est; earum enim fabrica, quod ad hanc rem attinet, minus, quam reptilium pulmones, commoda est. Sed est cur credamus earum functionem non destinari ad adjuvandum pulmones. Alteram functionem manifestam habent, imminuendi, nimirum, pondus specificum avis per aërem volantis. Accipiunt aërem, qui jam per pulmones transiit, a quo, igitur, magna ejus oxygenii pars sublata est. Sitæ sunt, inter partes molles, neque quoquam apparatu instructæ sunt, quo, in communi spiritu, inflentur, ita ut non impleri possint, nisi coacto nisu qualis in antlia propellente, aut in ranæ spiritu fit. Non usurpantur in solita respiratione, quod patet ex motionibus spiritus modicis in avibus. Denique, mire iis vasa sanguifera desunt, quod comperi, sedula diluti glutenis injectione, in columbis. Dulong et Despretz repererunt acidum carbonicum genitum, in avibus quas illi investigarunt, non

posse explicare tantam calorici evoluti proportionem quantam in multis mammalibus.

II. Quidam sunt morbi, in quibus pars pulmonis non amplius apta est ad solitam functionem, ut, in pulmonum tuberculis, atque peripneumonia; in quibus, tamen, corporis calor, præter solitum, magnus est. Exempla morbi cœrulei tradita sunt, qui morbus semper ab imperfecta sanguinis oxydatione pendet, in quibus nihilominus plus justo calorici evolutum est. Dr Gooch exemplum catalepsiæ edidit, in Actis Medicis, cujus primus paroxysmus, per horas quatuordecim, duravit; respiratio non manifesta fuit, et sola vitæ signa percipienda fuere corporis calor et pulsus.

III. Dr Prout, in suis indagationibus de spiritu, invenit, "that alcohol, in every state, and in every quantity, uniformly lessens in a greater or less degree, the quantity of carbonic acid elicited, according to the quantity and circumstances under which it is taken." Attamen, nihil magis notum est quam alcoholis perpetua atque magna potestas ad corpus calefaciendum.

Eadem conclusio, quæ deducenda est ab his argumentis oppositis, sequitur ab experimentis directis quæ Lavoisier, Dulong, et Despretz

instituerunt, mutationes nempe respirationis partem tantummodo animalis caloris explicare. Experimentis a LAVOISIER et LAPLACE factis id objiciendum est, quod æstimarunt acidum carbonicum genitum, in altero animali, atque calorem, in altero. Concedere igitur oportet, hæc experimenta non rem penitus aperire; sed conclusio, quam hi philosophi clarissimi inde deducunt, ea est—fere totum nempe caloricum corpore evolutum derivari, ex eo, quod necessario gignitur, inter formationem acidi carbonici atque aquæ, quæ vaporem expirati aëris constituit, conjunctione oxygenii inspirati, partim cum carbonio, partim cum hydrogenio, quæ, ut illi putant, sanguine exhalantur. Experimenta a LAVOISIER et LAPLACE instituta, quantum istis confidere licet, ostendunt formationem acidi carbonici partem tantummodo caloris animalis explicare. Jam compertum est illos errasse, dum crederent oxygenium sese conjungere cum hydrogenio ad vaporem expirati aëris præbendum, quum totum oxygenium, quod evanescit, in acido carbonico gignendo consumatur. Experimenta, quæ DULONG et DESPRETZ fecerunt, omni cura ad verum detegendum adhibita, instituta sunt, et, ut

videtur, fide prorsus digna sunt. DULONG experimenta fecit, in sex diversis animalium generibus, in fele, cane, accipitre, cavia, cuniculo atque columba, et semper curam adhibuit, ut experimenta sæpe iterentur. Conclusiones illius generales eæ sunt—in Carnivoris, nimirum, proportionem caloris, ab acido carbonico genito, ortam, nunquam minorem esse quam 0.49, nec majorem quam 0.55, ex integro animalis calore; id est, ad maximum, aliquanto plus esse quam partem dimidiam—in Frugivoris, proportionem haud parum majorem esse; quum non minor sit, quam 0.65, nec major quam 0.75; id est, ad maximum tres partes ex integro calore. Pericula facta a DESPRETZ, de hac re, nuperrime edita sunt, in libro, cui titulus est, "Traité Élémentaire de Physique;" et, fere prorsus, iis a DULONG factis respondent. Illius experimenta facta sunt in cuniculum, caviam, canem, felem, columbam, anatem, gallum, varias strigis species, atque picos carne pastos. Si 100 totum calorem animalem repræsentat, ea pars quæ, in cuniculo, attribui potest acidi carbonici formationi, ad maximum, est ad 68.5, ad minimum 58.5; in cavia, ad maximum 69. 6, ad minimum 69.4; in cane, ad

maximum 54.9; et ad minimum 48.5; in fele, 57.7; in columba, 60.5; in anate, 58.3; in gallo, 60.5; in strige, 47.4; in accipitre, 56.3; in picis carne pastis, 57.6. Et DULONG et DESPREZ arbitrantur, plus oxygenii evanescere, inter spiritum, quam, in acido carbonico evoluto, contineatur, et attribuunt aliam totius caloris animalis partem conjunctioni ejus oxygenii cum hydrogenio. Sed non sentio hoc pro caloris fonte habendum esse; nam concedatur oxygenii excessum esse, conjecturari est, affirmare sese conjungere cum hydrogenio; dein, ex argumentis prolatis, de hac re, oportet credere totum oxygenium, quod evanescit, in expirato acido carbonico contineri.

Judico, igitur, ad plenum probatum esse, mutationes respirationis ex animalis caloris causis esse; alteram esse causam, aliasve causas; et partem caloris quæ jure respirationi attribui potest, ad minimum, esse aliquanto minorem quam dimidium, et, ad maximum, tres partes, ex integro calore evoluto.

Restat ut exquiramus, quis sit fons ejus partis caloris animalis, quæ aliunde derivetur; et, de hac re, primum conabor ostendere nexum existere inter functionem gignendi caloris, et cor atque

arterias, quod ad potestatem, complexitatem, atque activitatem spectat, ideoque caloris portionem oportere, aliquo modo, originem habere ab iis ; et tandem proponam modum, quo, ut mihi videtur, cor et arteriæ calorem gignere possint.

I. Corde atque arteriis consideratis, quatenus cum corporis temperatura congruunt, patebit nexum æque, ad minimum, insignem existere inter eorum fabricæ perfectionem atque gignendi calorem facultatem, ac jam monstravimus intercedere inter eandem facultatem et pulmonis fabricæ perfectionem. Ad hanc rem probandam, breviter proponam ea, quæ Clarissimus Cuvier de corde dixit *. In cunctis mammalibus, nullo excepto, cordis fabrica eadem est atque in homine ; sive ex binis ventriculis, binisque auriculis constat. Idem fere verum est de avibus ; id tamen excipiendum est, quod universæ classi commune est ; foramen auriculo-ventriculare dextri lateris valvula valida musculosa instructum est, loco valvulæ membranaceæ qua mammalia prædita sunt.

* Leçons d'Anatomie Comparée.

"Elle est," ait CUVIER, "toute charnue, et semble formée par la paroi concave du ventricule qui auroit été redoublée dans la cavité; il suit delà qu'elle n'entoure l'embouchure de l'oreillette que le long de cette paroi, son bond libre est rèuni, dans un court espace, à la paroi opposée. Les fibres qui la composent ont une direction transversale; elles doivent par leur contraction, qui a lieu sans doute en meme temps que celle du ventricule, appliquer exactement la valvule sur cette derniere paroi, lorsque le ventricule se contracte pour chasser ce liquide dans l'artere pulmonaire. M. BLUMENBACH, qui a très bien developpé cette structure, pense qu'elle donne à la valvule la force necessaire pour chasser le sang dans le poumon, qui se dilate difficilement dans cette classe." Aliæ sunt res minoris momenti, quibus cor hujus classis a mammalibus differt; cunctæ venæ cavæ, duæ anteriores et duæ posteriores, valvulis instructæ sunt, quasi magis interesset, in avibus, quam in mammalibus, ut prohibeatur sanguinis refluxus in valida auriculæ contractione: et auricula sinistra multo magis musculosa, quam in mammalibus. Arteriæ pulmonales quoque in avibus minores sunt quam subclavianæ. Quæ om-

nia videntur monstrare cor, pro rata parte, magis validum esse in avibus quam in mammalibus.

In classe Reptilium, ordo "Chelonienes" binis auriculis tenuibus, uno ventriculo instructus est. Parietes quidem ventriculi admodum crassi sunt, sed, tum arteria pulmonalis, tum aorta (quæ in multis speciebus a ventriculo duobus truncis oritur), in eundem sese aperiunt.

In ordine "Saurienes," binæ sunt auriculæ validæ atque ventriculus validus, in crocodilis tria in cava divisus, ex uno quorum aorta descendens sinistra, ex altero arteria pulmonalis, a tertio truncus communis aortæ descendentis dextræ, carotidum, atque arteriarum axillarium, oritur. Ex hac trifariam ventriculi divisione prolata est opinio, tres esse ventriculos in crocodilo; quum vero hæc tria cava facile inter se communicent, hæc opinio plane falsa est. "Ophidienes" binas auriculas habent, atque ventriculum in duo cava divisum, quorum parietes haud parum crassi sunt. Ut in ordinibus supra dictis distincta sunt foramina, quibus sanguis, in arteriam pulmonalem, in aortam sinistram atque in aortam dextram, fluit. "Batracienes" unam auriculam habent, unumque ventriculum, cujus cavum indivisum uni vasi

ortum præbet. In cunctis Piscibus una est auricula et unus ventriculus. Cor simplex est et pulmonarius. Ad radicem, profecto, arteriæ pulmonalis, pars tumet, sub forma plerumque pyriformi, quæ in nonnullis exemplis necesse est, instar ventriculi, agat, propter valvulas, quibus, ad caput pulmonale atque ventriculare, instructa est. Ex Molluscis, cephalopoda tria distincta cava ventricularia habent, sed, ex his, duo quæ pulmonalia sunt, in diversas sanguinis venosi portiones agunt, ita ut sanguis, uno circuitu, duas ventriculares compressiones tantummodo subeat. Nullæ sunt auriculæ. Gasteropoda cor aorticum tantummodum habent, quod ex auricula et ventriculo constat. Acephala binas auriculas habent atque ventriculum, et interdum unam auriculam tantum cum duobus lobis. In Pteropodis cordis fabrica eadem est, ac in gastropodis. Brachiopodis duo corda aortica sunt, utrumque partem sanguinis diversam accipit, cujus massa igitur non, nisi semel, uno circuitu, cordis actionem subit. In Crustaceis, cor aorticum est, sine auricula. Vermes articulati cor aorticum habent; in eo ventriculus tantummodo est, qui longum est vas, dorsum quidem longitudine æquans; sanguinem accipit,

plurimis ramulis, a branchiis, atque, e parte anteriore eundem transmittit. Propius vero, forte, esset judicare vermes articulatos corde carere, et circuitum, in his, per vasa perfici. In Araneideis atque Echinodermatis, cordis fabrica parum nota est; sed putant parem esse ei fabricæ quæ, in vermibus articulatis, observatur. In reliquis classibus, neque cor est, neque sanguinis circuitus. Insectis est vas longitudinale dorsale, quod contra hi potest, et, a MALPIGHI, pro corde habitum est; a quo, vero, diligentissima investigatione, nullum vas procedere repertum est. In Zoophytis nihil est cordi simile, neque ullus humorum circuitus. Ex his sequitur,—1. Nullum calidi sanguinis animal esse, quod duo corda perfecta non habeat, utrumque ex auricula et ventriculo compositum. 2. Aves, quæ cætera calidi sanguinis animalia, calore exsuperant, quædam, in cordis fabrica, propria habere, ex quibus grandiorem acquirat potestatem. 3. Nullam lentam transitionem esse a cordis fabrica, in animalibus calidi sanguinis, ad eandem in frigidi sanguinis, sed subitum delapsum a duobus ad unum ventriculum, excepto molluscorum cephalopodum ordine, in quibus, uti supra expositum est, judi-

care oportet duos esse ventriculos. 4. Omissa exceptione jam posita, inter ipsa frigidi sanguinis animalia, mire fit, ut quo minus perfecta est cordis atque arteriarum fabrica, eo minor est quantitas acidi carbonici, quam exhalant; quam cuncta experimenta, de hac re, instituta monstrant majorem esse pro caloris proportione quam animal gignit.

II. Cordis activitas quoque, et frequentia ejus contractionum, quantitate caloris evoluti respondent. Manifestum est, in duobus animalibus magnitudine diversis, ad eundem gradum, calentibus, quantitatem calorici genitam ad sustinendam hanc temperaturæ æqualitatem oportere multo majorem esse, in minori, quam in grandiori animali; nam superficies ad quam calor effugit, multo amplior est pro rata parte, in minori, quam in grandiori: sic, equi corpore, in partes singulas muris molem æquantes, diviso, superficies, mirum in modum, augeretur. Sed cordis activitas huic differentiæ respondet: nam affirmari, in universum, potest, de animalibus calidi sanguinis, pulsum eo frequentiorem esse, quo minus sit animal. Sic, in Elephante, pulsus est ad xxx; in exiguis animalibus celerior est, quam ut nu-

merari possit. Idem quoque verum, si ad animalia ejusdem speciei juniora, atque ad ea, quæ sunt matura, spectas. Porro animalia calidi sanguinis maxime a frigidi sanguinis differunt, quod ad cordis actionis frequentiam attinet. Sic in anguilla *, pulsûs triginta sunt ictus sexagesima horæ parte; in vipera viginti octo, eodem spatio ; in cochlea pulsus admodum est tardus ; et in bombyce contractiones vasis dorsalis parum frequentes sunt. In animalibus calidi sanguinis, æque parvis, pulsus frequentior esset, quam ut numerari posset. In testudine ictus cordis vix supra tredecim minuti spatio sunt.

III. Jam dictum est effectum alcoholis in spiritus atque generis nervosi functiones esse, ut earum potestatem imminuat. Sed validissime functionem caloris gignendi excitat, neque minus cordis arteriarumque actionem incitat.

IV. In peripneumonia atque phthisi pulmonali, quando magnæ pulmonis portiones non amplius idoneæ sunt ad functionem suam perfi-

* Dictionnaire d'Histoire Naturelle, art. Circulation.

ciendam, atque, nihilominus, calor corporis, præter solitum est, cordis et arteriarum incitatio apte respondet. In iis exemplis morbi cœrulei, de quibus supra retuli, ubi corporis calor, supra modum naturalem erat, cordis actio haud parum, præter solitum, aucta fuit *.

In primo febris intermittentis tempore, pulsus parvus et languidus est; in caloris tempore, frequens et durus; atque in sudoris tempore, tardior fit atque mollis. Denique in universum affirmari potest, quoniam exceptiones paucissimæ sunt; quoties calor augeatur, sive, sano corpore, sive morboso, cordis atque arteriarum actionem augeri, et vice versa.

V. Mihi videtur, minorem justo animi attentionem, in fonte caloris animalis exquirendo, ad eam rem datam esse,—quæ pars, nempe, corporis maxime caleat. Ea pars cor est. Dr Joannes Davy vitulum quam citissime occidit, atque thermometro calorem earum partium investigavit. Venæ jugularis sanguinem ad 105um.5 gradum calere invenit; sanguinem arteriæ carotidis

* Vide "Farre on Malconformation of the Human Heart," Ad. pp. 34. et seq.

ad 107um; intestinum rectum ad 105um.5; metatarsum ad 97um; tarsum ad 90um; genu ad 102um; femoris caput ad 103um; inguen ad 104um; inferiorem jecinoris partem ad 106um; jecinoris substantiam ad eundem; pulmonem ad 106um.5; ventriculum cordis sinistrum ad 107um; ventriculum dextrum ad 106um; cerebrum ad 104um. Ex quo patet, ventriculum cordis sinistrum et magnos arteriarum truncos, prope eundem, maxime calere. Plerique forte vellent id ita explicare, quum cor corporis centrum sit, a vi vicinorum corporum refrigerante tectum, ideo necesse est ut maxime caleat. Puto, tamen, re bene perspecta manifestum fore hanc opinionem falsam esse; et, vix ultra verum iri, quando affirmetur, cor minus quam cæteras partes a causis refrigerantibus defendi; cor, enim, in eadem conditione est, qua corpus, quod non modo in aëre positum est, sed quasi afflatum, et in superficie madet, ita ut evaporatione refrigeretur*. Cor quoquoversum pulmonibus circumdatum est, et ita in aëre situm qui renovatur; quoniam respiratio continuo novum frigidi aëris influxum præbet, et, a cellula-

---

* Vide "Leslie on Heat and Moisture."

rum spiritualium, assidue vasis exhalantibus madefactoram, superficie, perpetua est evaporatio, quæ nequit non cor refrigerare. Non oportet, igitur, arbitrari cor a causis externis refrigerantibus defendi, neque calere, quia non frigori subjicitur. Dein sanguis ad auriculam dextram pervenit, infra maximam temperaturam, et corde expellitur iterum ad maximam calefactus. At, quantum, de hac re, impræsentia, cognoverimus, non licet judicare aliquam caloris partem, quæ in sanguine genitus sit inter ingressum in auriculam atque egressum e ventriculo, ortum habere a mutationibus, quas sanguis, in pulmonibus, subit. Condensatio oxygenii absorpti caloricum evolvat necesse est; sed formatio ejusdem molis acidi carbonici, et levis calorici specifici excessus arteriosi sanguinis supra venosi, simul cum evaporatione a pulmonum superficie, atque aëris inspirati calefactione, plus calorici nequeunt non postulare, quam exinde derivetur. Sic cogor opinionem inire, cor et pulmonis vasa, aliquo modo, sanguinem afficere, ita ut caloricum generetur, quod non modo sufficiat ad differentiam inter causas calefacientes atque causas refrigerantes, quæ, ut jam positum est, in pulmonibus existunt; sed, præte-

rea, totam sanguinis massam elevare singulis circumvolutionibus ab eo temperaturæ gradu, ad quem cor ingreditur, ad maximam ejus temperaturam.

Ex his argumentis, ut opinor, fas est judicare—verisimile esse, cordis atque arteriarum actionem, aliquo modo, ad calorem animalem gignendum conferre.

Quod ad modum attinet, quo, ut mihi videtur, cor atque arteriæ agant ad gignendum calorem,—compressionem, nempe, qua humorem contentum afficiunt, confiteor, profecto, meipsum habere pro hypothesi sola pro opinione—digna, quidem, quæ memet inquisitione atque experimentis investigetur, sed minime adeo probabili, ut cæterorum fidem postulet. Hæc opinio iis rebus nititur. Primo: Cuncta corpora, quæcunque sint, caloricum, ex compressione, evolvunt; sic, ferrum contundendo, tandem candet; igniarium accendi potest calore evoluto ex aëris compressione. Corpora aëriformia omnia compressa multum calorici præbent; sed oxygenium, præ omnibus, hac dote præditum est; nam, etiamsi aër atmosphæricus compressus sat calorici evolvit, ad accendendum corpora quædam inflammabilia; compressus, tamen,

manu, in tubo vitreo, nullam emittit lucem; oxygenium, contra, pari modo compressum haud parvum fulgur præbet—testimonium certum, multo plus calorici evolutum esse. Secundo: Ex inquisitionibus D^ris^ EDWARDS (in quibus multa animalia hydrogenium gas respirare fecit, et reperit acidum carbonicum genitum esse), patet, necesse esse ut oxygenium, in acido carbonico expirato contentum, in sanguinem absorptum fuisset. Oportet igitur sanguinem semper quandam oxygenii atque acidi carbonici proportionem in se solutam continere; constitutio sanguinis, igitur, ea est, ut compressione caloricum evolvat. Tertio et postremo: In inflammatione topica, calor auctus, qui auctam arteriarum actionem (arteriarum saltem magnarum, quæ ad partem inflammatam ducunt) comitatur, eandem rem confirmat.

FINIS.